

Title	拡散強調echo planar imagingによる正常ヒト頸髄白質および灰白質の抽出の試み
Author(s)	永吉, 健介; 伊藤, 芳紀; 門前, 芳夫 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1998, 58(11), p. 578-580
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15349
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

拡散強調 echo planar imagingによる 正常ヒト頸髄白質および灰白質の描出の試み

永吉 健介¹⁾ 伊藤 芳紀¹⁾ 門前 芳夫¹⁾ 木村昭二郎¹⁾ 山口寿一郎²⁾

1) 県立広島病院放射線科 2) GE横河メディカルシステム

Delineation of the White and Gray Matter of the Normal Human Cervical Spinal Cord Using Diffusion-weighted Echo Planar Imaging

Kensuke Nagayoshi¹⁾, Yoshinori Ito¹⁾,
Yoshio Monzen¹⁾, Shojiro Kimura¹⁾
and Juichiro Yamaguchi²⁾

To delineate the white and gray matter of the normal human cervical spinal cord, diffusion-weighted echo planar imaging (DW-EPI) was performed in 11 healthy volunteers. Three axial (X-, Y- and Z-axis) anisotropic diffusion-weighted images were obtained on a 1.5T superconducting clinical unit using a single-shot DW-EPI sequence.

On X- and Y-axis DWIs the white and gray matter could be well differentiated: the former showed high intensity and the latter low intensity. Anterior columns were clearly visible, whereas posterior columns were not. On Z-axis DWI the white and gray matter could not be differentiated at all, because both showed low intensity.

In conclusion, DW-EPI can clearly delineate the white and gray matter of the cervical spinal cord, and this technique will be useful to evaluate white matter disorders such as ischemic or demyelinating disease.

Research Code No. : 503.9

Key words : MR imaging, Echo planar imaging, Diffusion-weighted imaging, Anisotropy, Spinal cord

Received Mar. 23, 1998; revision accepted Jul. 14, 1998

1) Department of Radiology, Hiroshima Prefectural Hiroshima Hospital

2) GE Yokogawa Medical Systems

はじめに

大脳における拡散強調画像は、超急性期の脳梗塞の検出に非常に有用であることは広く認められており、また白質の軸索画像の作成にも利用されている。脊髄においても白質の神経線維は頭尾方向に走行しているため、その拡散異方性を利用して、白質および灰白質の分離描出が可能であると考えられる。しかし、脊髄は小さいため拡散強調画像の撮影は非常に難しく、ねずみやねこの脊髄を実験用高磁場MRI装置を用いて撮影した報告はみられるが¹⁾⁻³⁾、ヒト脊髄を臨床用MRI装置を用いて撮影した報告はない。

近年MRI装置の改良により臨床用MRI装置にてもecho planar imaging (EPI)の撮像が可能となり、拡散強調画像が短時間で撮影できるようになった。そこで、正常ヒト頸髄を拡散強調EPIを用いて撮影し、白質・灰白質の分離描出を試みたので報告する。

対象および方法

対象は健康成人ボランティア11人。使用機種はGE社製 Signa Horizon 1.5T. Quadrature C spine coilを用い、第3頸椎中央部を軸位断で撮像。脈波同期のもとSE系single-shot EPI (TR = 3 × R-R, TE = 116, FOV = 20 × 20cm, matrix = 140 × 136, slice thickness = 10mm, NEX = 1)にてb factor = 500および1000 sec/mm²の拡散傾斜磁場をX (left to right), Y (anterior to posterior), Z (superior to inferior)の3方向に個別に印加し、3方向の拡散強調画像(以下X, Y, Z方向画像)を得た。コントロールとして同部位をsingle sliceのGRASS法 (TR = 400, TE = 20, flip angle = 20 degrees, FOV = 16 × 16cm, matrix = 256 × 192, slice thickness = 10mm, NEX = 3, 撮像時間 3分54秒)にて撮影した。GRASS法をコントロールとして選んだ理由は、spin echo法に比し白質・灰白質のコントラストが強く両者の分離が明瞭にできたからである。

灰白質の描出能を視覚的に評価するため、15年以上の経験をもつ放射線科診断専門医2名の合意のもとにgrade分類を行った。すなわち、前柱および後柱が両側とも明瞭に同

定できればgrade 4, 前柱は両側とも明瞭に同定できるが, 後柱が不明瞭であればgrade 3, 前柱は両側とも明瞭に同定できるが, 後柱は両側とも全く同定できなければgrade 2, 前柱は不明瞭ながら同定できるものの, 後柱は両側とも全く同定できなければgrade 1, 前柱も後柱も両側とも全く同定できなければgrade 0とし, 各々に4点, 3点, 2点, 1点, 0点を与えた.

結 果

GRASS法(Fig.1A)による灰白質の描出能の平均スコアは 3.82 ± 0.41 点と, ほぼ全例前柱および後柱が明瞭に同定できた. 拡散強調画像(Fig.1B~F)においては, b factor = 500sec/mm²でのX, Y, Z方向画像の平均スコアはおおの2.82 ±

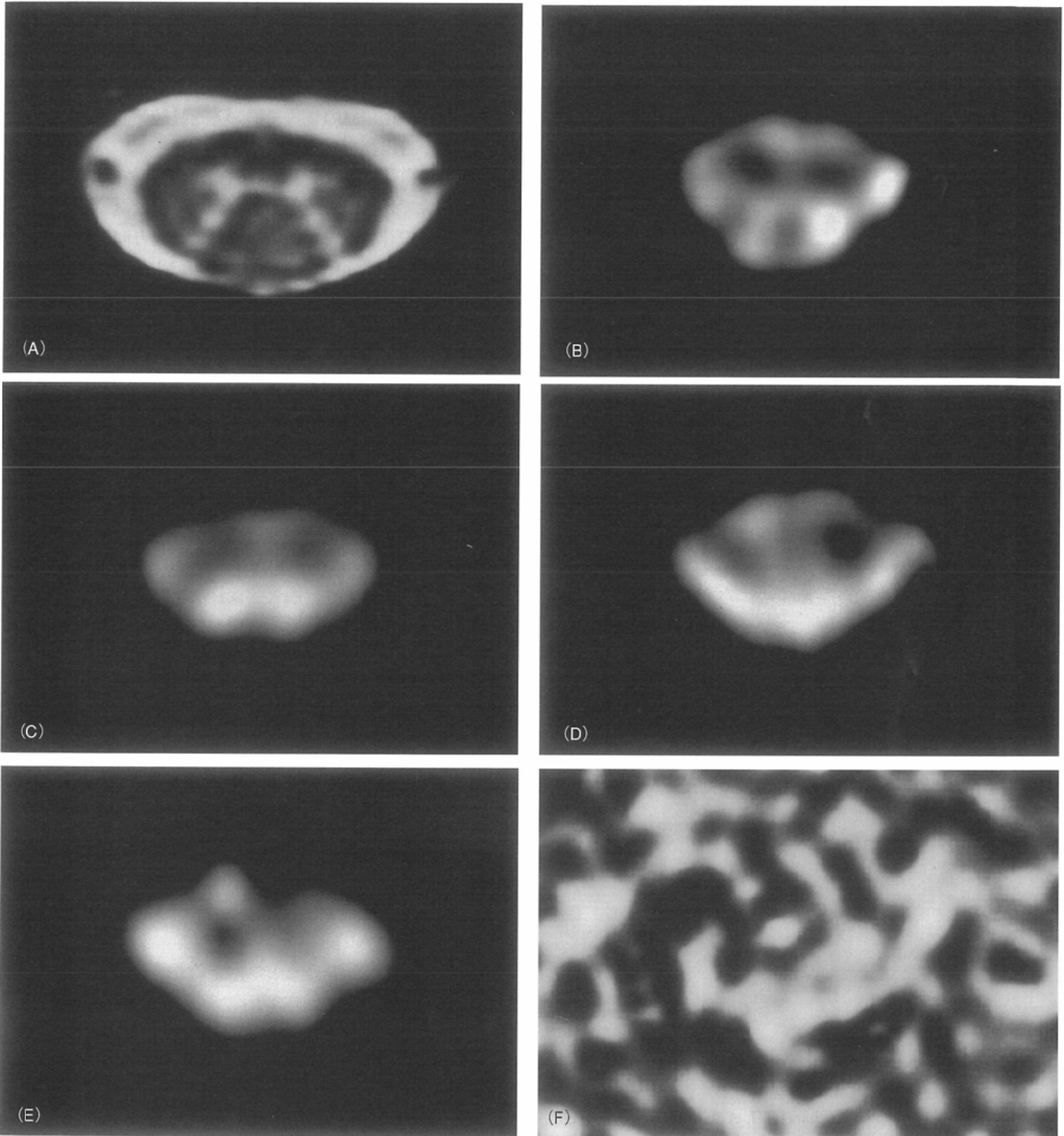


Fig.1 The H configuration of the gray matter is well recognized as high intensity on GRASS image(A). The images of grade 4~0 on DW-EPI are shown in (B)-(F). The white matter shows high intensity and the gray matter shows low intensity. (B) Grade 4 (b = 1000, X-axis): Bilateral anterior and posterior columns are clearly visible. (C) Grade 3 (b = 500, X-axis): Bilateral anterior columns are clearly visible, but posterior columns are unclearly visible. (D) Grade 2 (b = 1000, Y-axis): Bilateral anterior columns are clearly visible, but bilateral posterior columns are not visible. (E) Grade 1 (b = 500, X-axis): Anterior columns are unclearly visible, and bilateral posterior columns are not visible. (F) Grade 0 (b = 500, Y-axis): Bilateral anterior and posterior columns are not visible.

0.75点, 2.18 ± 1.25 点, 0点であり, b factor = 1000sec/mm^2 ではおのおの 2.91 ± 0.83 点, 2.36 ± 1.36 点, 0点であった。Z方向画像は全てgrade 0であり, 脊髄自体の輪郭もおえないほどであった。X, Y方向画像はほとんどがgrade 3~2と灰白質の描出は良好であり, 前柱は明瞭に見え, 後柱はやや不明瞭に見えるという結果であった。

X方向画像はY方向画像に比して描出能がわずかに良い傾向がみられたが, Wilcoxonの符号付順位検定にて有意差は認められなかった。ただし, X方向画像ではgrade 3~2と良好に描出されるものの, Y方向画像ではgrade 1~0とY方向画像の描出能が極端に悪い症例が2例あった。 b factor = 500と 1000sec/mm^2 の間では灰白質の描出能にほとんど差はなかった。

考 察

抽出したヒト脊髄をspin echo法による高分解能MRIにて撮影し, その正常解剖を詳細に検討した報告はあるが³⁾, ヒト脊髄の拡散強調画像を撮影した報告はない。大脳においては拡散強調画像は超急性期の梗塞巣の検出や, 脱髄性疾患である多発性硬化症の診断に利用されている。同様に脊髄においても拡散強調画像は有用な検査法となりうると思われるが, そのためにはまず, 正常脊髄の拡散強調画像の検討が必要である。

頸髄C3レベルを対象に選んだ理由は, 脊椎撮影用の表面コイルの中でQuadrature C spine coilが最も感度がよく, C3レベルの頸髄はコイルの中央部付近に位置し, かつZ軸方向と水平になっているからである。また, 心大血管によるmotion artifactもない。

コントロールとして撮像したGRASS画像では, 白質はlow

intensity, 灰白質はhigh intensityとなり両者は明瞭に分離描出できた。

白質の神経線維と直交するように拡散傾斜磁場をかけたX, Y方向画像では, 白質がhigh intensity, 灰白質がlow intensityとなり両者は良好に分離描出できた。前柱はある程度大きな構造物であるためかかなりの症例で明瞭に描出されたが, 後柱は細い構造物であるためか, その描出はやや劣った。GRASS画像では灰白質は組織標本で見られるようなきれいなH型をしていたが, 拡散強調画像ではその見え方はかなり異なり, 前柱が目玉様に大きく強調されてみられた。そのように見える理由は不明であるが, ねずみの脊髄を実験用高磁場MRI装置で撮影した拡散強調画像にてもこのような目玉様を呈している^{2),3)}。

一方, 白質の神経線維と同方向に拡散傾斜磁場をかけたZ方向画像では, 白質と灰白質の分離描出は全くできなかった。白質の神経線維が拡散傾斜磁場と同方向に走行するため白質がlow intensityとなり, 灰白質もlow intensityであるため, 両者の区別ができなかったものと考えられる。

問題点として, ①このコイルの構造上, 下位頸髄部での感度が劣り, 下位頸髄では良好な画像が得られない, ②susceptibility artifactによるひずみがかかりみられる, ③原因はわからないが, X方向画像は良好なのにもかかわらず, Y方向画像が非常に悪いことが時にある, 等がある。しかし, 解剖学的画像解析度は劣るものの拡散という新しい因子を備えたこの画像は, 大脳の拡散強調画像が非常に有用になったのと同様に, 頻度は少ないが超急性期脊髄梗塞の検出や, ADC (apparent diffusion coefficient) 画像を作成したりすることにより, 脱髄・変性疾患である多発性硬化症やワラー変性等の診断に有用な検査法となりうるものと期待される。

参考文献

- 1) Moseley ME, Cohen Y, Kucharczyk J, et al: Diffusion-weighted MR imaging of anisotropic water diffusion in cat central nervous system: Radiology 176: 439-445, 1990
- 2) Nakada T, Matsuzawa H, Kwee IL: Magnetic resonance axonography of the rat spinal cord: Neuro Report 5: 2053-2056, 1994
- 3) Nakada T, Matsuzawa H: Three-dimensional anisotropy contrast magnetic resonance imaging of the rat nervous system: Neurosci Res 22: 389-398, 1995
- 4) Solsberg MD, Lemaire C, Potts DG, et al: High-resolution MR imaging of the cadaveric human spinal cord: normal anatomy. AJNR 11: 3-11, 1990